

Aktuelle Entwicklungen im Bereich der Luftreinhaltung

Marcus Clauß, Jochen Hahne, Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig

Kurzfassung

Mit der Novellierung der NEC-Richtlinie müssen in Deutschland bis zum Jahr 2030 die Ammoniakemissionen um 29 % auf dann 482 Kilotonnen gesenkt werden und die Feinstaubemissionen (PM 2,5) um 43 %. Für die Ammoniakemissionen ist die Landwirtschaft Hauptemittent. Hier müssen in Zukunft verstärkt emissionsvermeidende und emissionsmindernde Verfahren eingesetzt werden. Die Abluftreinigung leistet dazu einen wichtigen Beitrag, kann aber allein aus wirtschaftlichen Gründen nicht bei kleineren Stallgebäuden flächendeckend eingesetzt werden. Daher werden alternative Verfahren mit ähnlich hoher Reduktionseffizienz benötigt. Hier sind eine angepasste Abluftreinigung mit Umluftwäschern und die Güllebehandlung besonders vielversprechend. Der Fokus sollte zudem mehr auf die Rinderhaltung gelegt werden, da sie einen Großteil der gasförmigen Emissionen (auch Methan) produziert und es bisher hier die wenigsten Emissionsdaten und vor allem kaum technische Lösungen zur Emissionsminderung gibt.

Schlüsselwörter

NEC-Richtlinie, Emissionsminderung, Abluftreinigung, Ammoniak, Feinstaub

Current developments in air pollution prevention

Marcus Clauß, Jochen Hahne, Thünen Institute of Agricultural Technology, Braunschweig

Abstract

With the amendment of the NEC Directive the ammonia emissions in Germany will have to be reduced by 29% to 482 kilotons by the year 2030, and fine particulate emissions (PM 2.5) even shall be reduced by 43%. Agriculture is the major emission source for ammonia. Here more emission-reducing and mitigating procedures have to be used in the future. The exhaust air purification makes an important contribution to this. Though, in its current form it cannot be used on large scale for smaller sheds at least because of economic reasons. Therefore, alternative methods with similarly high reduction efficiencies are required. Here, adapted exhaust air purification with recirculating air cleaners and the liquid manure treatment are particularly promising. The future focus should also be on cattle since cattle farming produces a large proportion of gaseous emissions (including methane), and so far there are very few emissions data and, above all, hardly any technical solutions for emission reduction.

Keywords

NEC guideline, emission control, air cleaning, ammonia, fine dust

Novellierung der NEC-Richtlinie zur Luftreinhaltung

Laut einer aktuellen Studie sterben derzeit weltweit 3,3 Millionen Menschen vorzeitig an den Folgen von Luftverschmutzung. Diese Zahl könnte sich bis 2050 verdoppeln, wenn die Emissionen ähnlich ansteigen wie bisher [1]. Um die negativen Effekte der Luftverschmutzung auf die menschliche Gesundheit aber auch die Umwelt weiter zu verringern, haben die Parteien der Genfer Luftreinhaltekonvention das Göteborg-Protokoll überarbeitet und dort nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe festgelegt. In diesem Rahmen haben die EU-Ratspräsidentschaft, das Europaparlament und die Europäische Kommission Ende November 2016 in Straßburg die "Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe 2001/81/EG, (engl. National Emission Ceilings Directive, (NEC)) novelliert und sich auf weitere konkrete nationale Ziele für die Luftreinhaltung verständigt. Reguliert werden in der Richtlinie die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x), flüchtige organische Verbindungen (NMVOC), Ammoniak (NH₃) und Feinstaub (PM₁₀ und erstmalig auch PM_{2,5}). Das klimaschädliche Gas Methan sollte ursprünglich ebenfalls mit aufgenommen werden, wurde aber im Laufe der Verhandlungen wieder von der Liste gestrichen. Deutschland verpflichtet sich in der Richtlinie, die hier auch als NERC-Richtlinie (von National Emission Reduction Commitments) bezeichnet wird, die Emissionen von Ammoniak bis 2030 um 29 % zu reduzieren. Als Grundlage dient dabei der Stand von 2005 [2]. EU-weit sind es 18 %, damit liegt Deutschland über dem Durchschnitt. Demnach müssen die nationalen Ammoniak-Emissionen auf 482 Kilotonnen ab dem Jahr 2030 begrenzt werden. Bezogen auf die aktuelle Ammoniak-Emission in Höhe von 740 Kilotonnen wären 258 Kilotonnen zu vermeiden. Dies entspricht dem doppelten Beitrag, der für die gesamte Ammoniakemission aus der Schweinehaltung berechnet wird. Beim Feinstaub wird nun erstmals die Partikelfraktion um 2,5 Mikrometer reguliert. Hier sollen die PM_{2,5} Emissionen bis 2030 um 43 % gesenkt werden.

Ammoniak und Feinstaub aus der Landwirtschaft

Weltweit sind nach der oben genannten Studie häusliche Kleinf Feuer die wesentlichen Luftverschmutzer. Dagegen ist in Europa, Russland, der Türkei, Japan und im Osten der USA die Landwirtschaft eine der maßgeblichen Ursachen für schlechte Luft. Global gesehen ist damit die Landwirtschaft Ursache von einem Fünftel aller Todesfälle durch Luftverschmutzung. In Deutschland liegt der Anteil sogar bei über 40 Prozent [1]. Aus der Landwirtschaft emittieren neben Methan aus der Haltung von Wiederkäuern vor allem die Luftschadstoffe Ammoniak und Feinstaub. In Deutschland kommen hier 94,4 % des Ammoniaks aus der Landwirtschaft [3]. Die Ammoniakemissionen sind hier von 2005 bis 2014 von 678.000 t auf 740.000 t angestiegen [4]. Den größten Anteil hat mit 52 % die Rinderhaltung [5]. Davon entfallen hier wiederum 31,7 % auf den Stall und 9,2 % auf die Güllelagerung [6]. Beim Feinstaub stieg der Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtemission von 12 % im Jahr 1995 auf fast 23 % im Jahr 2014 [7], das liegt jedoch primär rechnerisch an den gesunkenen Gesamtemissionen (von 1995 bis 2014 von 316 auf 221 Kilotonnen). In absoluten Zahlen blieben die Feinstaubemissionen (PM₁₀) aus der Landwirtschaft über die Jahre relativ konstant [8].

Auf die Tierhaltung entfielen dabei 2010 21,8 Kilotonnen, 2020 werden es prognostiziert 22,9 Kilotonnen sein [8].

Möglichkeiten zur Emissionsminderung

Um die in der NERC-Richtlinie festgelegten Minderungsziele zu erreichen, müssen unmittelbar über das bisherige Maß hinaus vor allem Maßnahmen zur Minderung der Ammoniakemissionen umgesetzt werden. Wenn dabei die Tierzahlen in Deutschland nicht drastisch reduziert werden sollen, müssen andere Maßnahmen zur Minderung der Emissionen ergriffen werden. Hierzu gehören ein verändertes Management wie z. B. eine Stickstoff-reduzierte Fütterung, baulich-technische Maßnahmen oder Maßnahmen bei der Lagerung und Ausbringung von Gülle und Wirtschaftsdünger.

Technische Maßnahmen sind vor allem in den BVT-Schlussfolgerungen genannt [9]. Letztere sind gemäß IED-Richtlinie (Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen) in deutsches Recht umgewandelt worden und gelten bereits verbindlich für die konventionelle Schweine und Geflügelhaltung ab Bestandsgrößen von 2.000 bzw. 40.000 Tierplätzen. Viele dieser EU-weit zusammengestellten Maßnahmen werden bisher in Deutschland nicht oder nur selten angewendet. Die Gründe hierfür liegen u.a. an der nur geringen Zahl von Neubauten, der strittigen Verhältnismäßigkeit von Nachrüstungen bestehender Altanlagen, fachlichen Kontroversen bezüglich der Wirksamkeit bestimmter Verfahren, der Belastbarkeit der angewendeten Messmethodik sowie rechtlichen Fragen, insbesondere was den Einsatz von Additiven zur Emissionsminderung angeht. Daher gibt es für viele Verfahren keine zuverlässigen Daten über deren Wirksamkeit und Anwendbarkeit in Deutschland. Als vielversprechende technische Maßnahmen gelten momentan die Abluftreinigung und die Güllebehandlung (Ansäuerung und Kühlung).

Angepasste Abluftreinigung bei der Schweinehaltung und Geflügelhaltung

Die Abluftreinigung ist eine seit Jahren bewährte Technik um die Emissionen (Ammoniak, Geruch, Staub und Bioaerosole) aus der Tierhaltung sicher zu senken [10]. Sie wird vor allem bei Stallneubauten eingesetzt, bei denen der Stall bereits mit einer Abluftreinigungsanlage ausgelegt wird (**Bild 1**). Eine Herausforderung stellt momentan noch das Nachrüsten kleinerer Ställe und bestehender Bestandsanlagen dar. Hier sollen Techniken zur Abscheidung von Staub und Ammoniak entwickelt werden, die z. B. in vorhandenen Sammelkanälen integrierbar sind. In der Schweinehaltung bietet sich die Entwicklung kleiner, 2-stufig aufgebauter Umluftwäscher als stand-alone-Lösung zur Integration in einem Stallabteil an. Ein Umluftwäscher mit unabhängiger Luftumwälzung muss eine Entstaubung sowie eine Ammoniakabscheidung gewährleisten. Die Entstaubung sichert eine Aufkonzentrierung des Ammoniumsulfates zur Verbesserung der Verwertbarkeit. Die Standzeit des Systems wäre so auszulegen, dass eine Reinigung mit der Ausstallung synchronisiert werden kann (ca. 100 Tage). Dieses System könnte auch zur Verbesserung der Stallluftqualität beitragen und so einen Beitrag zum Tierschutz leisten.

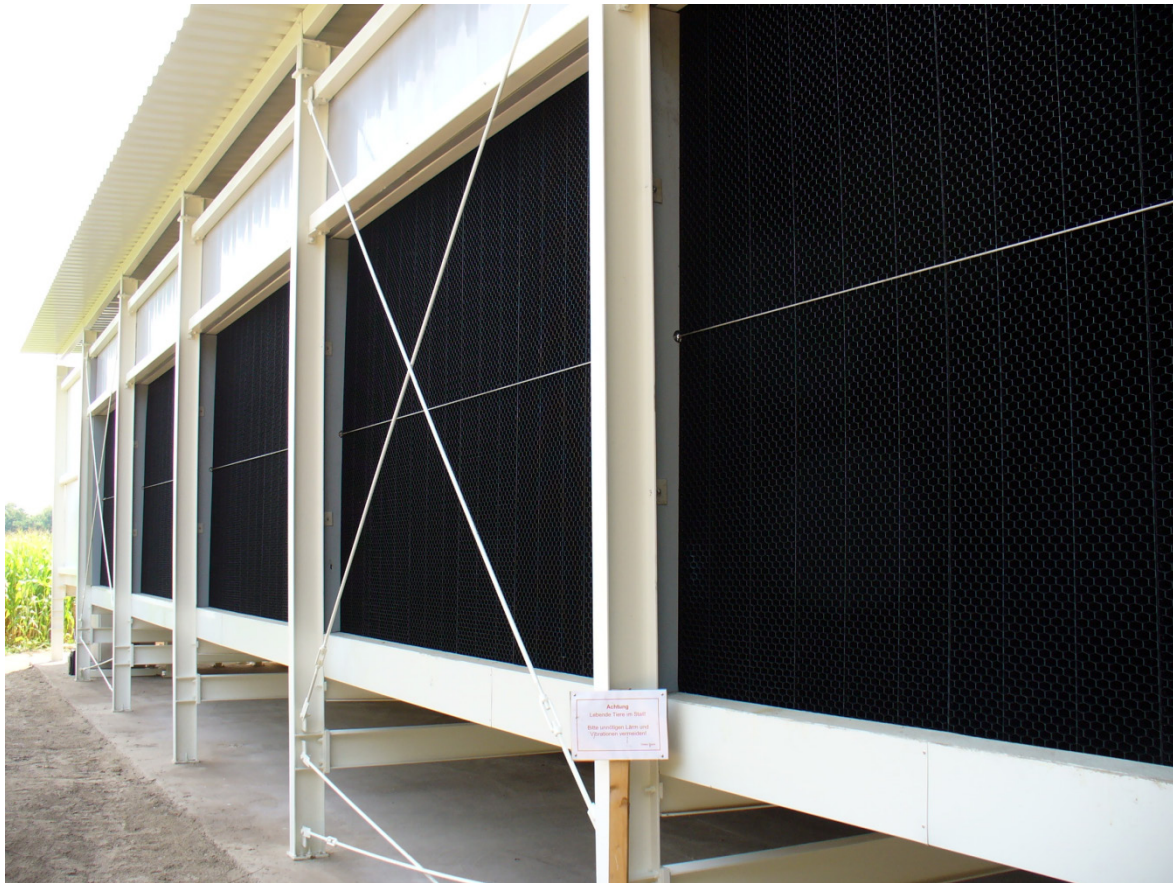


Bild 1: Reingasauslass einer konventionellen Abluftreinigungsanlage an einem Masthähnchenstall.
Figure 1: Clean gas outlet of a conventional air cleaning device at a poultry house.

Güllebehandlung

Da der Ammoniak zu einem großen Teil aus der Gülle ausgast liegt es nahe, dies durch geeignete technische Maßnahmen wie z. B. die Güllekühlung oder Gülleensäuerung zu verhindern bzw. zu vermindern. Bei der Güllekühlung wird die Temperatur der Gülle in den Güllekanälen des Stalles vermindert und damit auch die Ammoniakemission, die temperaturabhängig ist. Dazu müssen in den Güllekanälen Kühlschlangen eingebaut werden. Das Verfahren wird vor allem in Dänemark und den Niederlanden eingesetzt, in Deutschland nur vereinzelt. Die Emissionsminderung für Ammoniak wird mit 30 bis über 50 % angegeben. Die Kühlung kann nur den Anteil von Ammoniakemissionen reduzieren, der aus der lagernden Gülle stammt. Die Emissionen aus anderen emittierenden Oberflächen (Spaltenböden) werden hierdurch nicht beeinflusst. Ob mit dem Verfahren eine Ammoniakminderung von bis 50 % gewährleistet werden kann, ist daher bislang strittig. Auch wird die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens kontrovers gesehen. Zudem ist das Verfahren für eingestreute Ställe, die dem Tierwohl dienen sollen, nicht anwendbar. Bei der Gülleensäuerung wird der Gülle konzentrierte Schwefelsäure zugesetzt, um den pH-Wert auf ca. 5,5 zu senken und dadurch die Ammoniakemissionen zu mindern. Bei dem Verfahren wird ein Teil der Gülle automatisch vom Stall in einen Behälter gepumpt und dort mit Säure gemischt. Die behandelte Gülle wird danach sowohl in den Güllebehälter als auch zurück in den Stall gepumpt, um auch hier die Ausga-

sung von Ammoniak zu verringern. Die Emissionsminderung aus dem Stall wird für Schweine mit bis über 70 % angegeben. Das Verfahren wird jedoch bisher in Deutschland nicht eingesetzt. Beim Einsatz dieses Verfahrens muss zunächst die Säurefestigkeit der Güllekanäle und Behälter sichergestellt werden. Die Gülleansäuerung wird in anderen Ländern auch in der Rinderhaltung eingesetzt. In Kombination mit einem Gülleschieber ließen sich Ammoniakreduktionen von fast 50 % zumindest berechnen [11]. Die Ansäuerung von Schweinegülle mit einem Gesamtstickstoffgehalt von 3 - 3,9 kg/t auf einen pH-Wert von 5,5 bis 5,7 erforderte nach dänischen Untersuchungen einen Aufwand von 5,8 - 7,1 kg Schwefelsäure (96 %) je produziertem Schwein [12]. Biologisch arbeitende Abluftwäscher benötigen für eine NH₃-Abscheidung von mindestens 70 % bei 2,7 Durchgängen in der Mastschweinhalaltung 0,5 - 0,95 kg Schwefelsäure (96 %), einstufige Chemowäscher ca. 3,2 kg. Neben diesem deutlichen Mehraufwand an Säure für die Gülleansäuerung ist wiederum auch zu berücksichtigen, dass nur der Emissionsanteil aus der Gülle, nicht jedoch der von emittierenden Oberflächen (Spaltenboden) ausgehende Anteil gemindert werden kann. Die Gülleansäuerung wird wegen des vergleichsweise hohen Säureaufwandes, möglicher Freisetzung von organischen Säuren, Schwefelwasserstoff und anderen Geruchsstoffen, Risiken in Hinblick auf den Arbeits- und Tierschutz sowie Umweltrisiken in Hinblick auf eine weitere Bodenversauerung kritisch gesehen.

Sorgenkind Rinderhaltung

Die Emissionsminderung in der Rinderhaltung stellt eine besondere Herausforderung dar. Im Gegensatz zu dem überwiegend in zwangsgelüfteten Stallgebäuden gehaltenen Schweinen und Geflügeltieren sind bei den Rindern Emissionen aus frei gelüfteten Laufställen oder der Weidehaltung technisch schwer zu fassen. Aus diesem Grund sind hier kaum wirksame emissionsmindernde Maßnahmen verfügbar. Zudem führen die Vergrößerung von Laufhöfen und das Verbot der Anbindehaltung aus Gründen des Tierschutzes zu höheren Emissionen (**Bild 2**).



Bild 2: Rinder brauchen Licht und Luft. Hier stehen sich Tierschutz und Emissionsschutz gegenüber (Foto: Tatjana Winter).

Figure 2: Cattle need light and air. Here animal welfare and emission protection are in opposite to each other (Picture: Tatjana Winter).

Studien zeigen, dass durch angepasste Fütterung Ammoniak-Emissionen verringert werden können [13]. Emissionsmindernde technische Maßnahmen beschränken sich bisher auf die Ställe. Angewendet werden die automatische Entmistung und Reinigung von Laufflächen durch Roboter oder Schieber (**Bild 3**) oder der Einsatz von emissionsärmeren Spaltenböden. Vor allem letztere haben das Potential die Emissionen relevant zu senken. Entsprechende Nachweise bzw. Eignungsprüfungen (VERA- oder DLG-Test) fehlen bislang jedoch. Zum einen kann Harn besser abfließen, manche Systeme haben zusätzlich Gummilippen als Dichtungsklappen ausgeführt in den Spalten, Kot und Urin gelangt so in den Güllekanal gelangt, Emissionen aber nicht nach außen.

In Zukunft weitere Richtlinien

Aktuell wird die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) aus dem Jahr 2002 als normkonkretisierende Verwaltungsvorschrift des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) novelliert. Die Anpassung der TA Luft ist sowohl zur Umsetzung zahlreicher insbesondere immissionsschutzrechtlicher Regelungen des EU-Rechts als auch zur Anpassung an den aktuellen Stand der Technik erforderlich. Es sollen u.a. zukünftig die Anforderungen zur Beurteilung und Begrenzung der Umwelteinwirkungen durch die von Tierhaltungsanlagen freigesetzten Emissionen an Ammoniak/Stickstoff, Geruchsstoffen, Partikeln und Bioaeroso-

len bundesweit einheitlich geregelt werden. Nach dem aktuellen Entwurfsstand ist für die Tierhaltung u.a. mit einer Verschärfung der Auflagen an die Emissionsminderung zu rechnen. So dürften beispielsweise neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen mit Beständen von mehr als 2.000 Mastschweinen, 6.000 Ferkeln und 750 Sauen nur noch mit Abluftreinigung errichtet werden. Auch für große Geflügelhaltungen mit mehr als 40.000 Masthähnchen, Junghennen und Legehennen wird die Abluftreinigung möglicherweise zur Pflicht. Aber auch kleinere, nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigungsbedürftige Tierhaltungsanlagen werden zukünftig mehr zur Emissionsminderung, insbesondere in Hinblick auf Ammoniak, beitragen müssen. Aktuell sieht der Entwurf vor, dass mit verschiedenen Verfahren, ausgehend von einer mindestens nährstoffangepassten Fütterung eine Ammoniakminderung von mindestens 40 % sicherzustellen ist. Zur Erreichung dieses Zieles können verschiedene Maßnahmen wie Abluftreinigung, Umbau von Stallanlagen mit emissionsarmen Güllesammlersystemen, Güllekühlung oder -ansäuerung sowie andere, aber dann eignungsgeprüfte Verfahren zum Einsatz kommen. Für die Geflügelhaltung hat bislang nur die Abluftreinigung den sicheren Nachweis einer dauerhaften Ammoniakminderung erbracht. Zudem lässt sich mit dieser Technik auch effektiv Feinstaub aus der Abluft von Ställen entfernen.



Bild 3: Laufhof mit Gülleschieber als emissionssenkende Maßnahme (Foto: Stefan Linke).
Figure 3: Automated manure removal for emission reduction (Picture: Stefan Linke).

Zusammenfassung

Mit der Novellierung der NEC-Richtlinie müssen in Deutschland die Emissionen von Ammoniak und Feinstaub bis zum Jahr 2030 deutlich gesenkt werden. Für Landwirtschaft als einer der Hauptemittenten für diese Luftschadstoffe bedeutet dies eine große Herausforderung. Neben der erfolgreich eingesetzten Abluftreinigung werden weitere alternative Verfahren mit ähnlich hoher Reduktionseffizienz benötigt. Kleinere dezentrale und angepasste Abluftreinigungsanlagen mit Umluftwäschern und die Güllebehandlung sind hier besonders vielversprechend, es besteht hier jedoch noch ein deutlicher Forschungsbedarf. Vor allem ist fraglich, ob die Güllebehandlung in Deutschland flächendeckend praktisch und wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Hier sind noch viele Fragen offen. Die Rinderhaltung stellt ebenfalls eine Herausforderung dar, auch im Hinblick auf die Methanemissionen. Ohne die Einführung neuer und eignungsgeprüfter Technologien zur Emissionsvermeidung und -verminderung ist die Tierhaltung in ihrer bisherigen Form nicht mehr entwicklungsfähig.

Literatur

- [1] Lelieveld, J, Evans, J. S., Giannadaki, D., Fnais, M., Pozzer, A. (2015): The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature* 525, 367–371.
- [2] EU (2013): Anhänge to the Proposal for a directive of the European parliament and of the council on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants and amending directive 2003/35/EC. URL http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/com2013_920/COM_2013_920_F1_ANNEX%20DE.pdf - letzter Zugriff am: 09.09.2016.
- [3] UBA (2016): Quellen der Luftschadstoffe. URL <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen/quellen-der-luftschadstoffe> - letzter Zugriff am: 09.09.2016.
- [4] UBA (2016): Ammoniak-Emissionen. URL <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen> - letzter Zugriff am: 09.09.2016.
- [5] UBA (2014): Ammoniak. URL <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe/ammoniak> - letzter Zugriff am: 09.09.2016 .
- [6] Rösemann, C., Haenel, H.-D., Dämmgen, U., Freibauer, A., Wulf, S.; Eurich-Menden, B., Döhler, H., Schreiner, C., Bauer, B., Osterburg, B. (2015): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2013 : Report on methods and data (RMD) Submission 2015. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 372 Seiten, Thünen Rep 27.
- [7] UBA 2016c Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2014 (Stand 03/2016).

- [8] Dämmgen, U., Haenel, H-D., Rösemann, C., Hahne, J., Eurich-Menden, B., Grimm, E., Döhler, H. (2013) Landwirtschaftliche Emissionen. Teilbericht zum F&E -Vorhaben „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung - PAREST“ UBA Texte 39.
- [9] Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (2015): Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs (Integrated Pollution Prevention and Control). Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit, European IPPC Bureau.
- [10] N.N.: Prüfung und Bewertung der biologischen Sicherheit von anerkannten Abluftreinigungsverfahren in der Nutztierhaltung (BioAluRein), Abschlussbericht. URL http://download.ble.de/07UM003/07UM003_BioAbluftRein_AB.pdf - Zugriff am: 12.01.2015.
- [11] Mendes, L. B., Pieters, J. G., Snoek, D., Ogink, N. W., Brusselman, E., Demeyer, P. (2017): Reduction of ammonia emissions from dairy cattle cubicle houses via improved management- or design-based strategies: A modeling approach. Sci Total Environ doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.079. Epub 2016 Oct 14.
- [12] VERA Verification Statement: Technology JH Forsuring NH4+, manufactured by JH Agro A/S. URL http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/VERA_Statements/VERA-Statement006_JH-Forsuring-NH4.pdf - Zugriff am: 06.12.2016.
- [13] Bougouin, A., Leytem, A., Dijkstra, J., Dungan, R. S., Kebreab, E. (2016): Nutritional and Environmental Effects on Ammonia Emissions from Dairy Cattle Housing: A Meta-Analysis, Journal of Environment Quality (2016). DOI: 10.2134/jeq2015.07.0389.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**Wissenschaftliches Review / Scientific Review**

Erfolgreiches Review am 13.02.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Clauß, Marcus; Hahne, Jochen: Aktuelle Entwicklungen im Bereich der Luftreinhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64186>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/296.html>